

## **IP - PUHE**

### **Katsaus standardointiin, ohjelmistoihin ja laitteistoihin**

Tomi Yletyinen  
Teknillinen Korkeakoulu, Teletekniikan laboratorio  
Otakaari 5 A, 02150 ESPOO  
Tomi.Yletyinen@hut.fi

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	<b>2</b>
<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b> .....	<b>3</b>
<b>LUETTELO KUVISTA</b> .....	<b>3</b>
<b>LUETTELO TAULUKOISTA</b> .....	<b>3</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. TIETOLIIKENTEEN MULTIMEDIASTANDARDIT</b> .....	<b>4</b>
2.1 <i>YLEISKATSAUS ALAN STANDARDEIHIN</i> .....	5
2.2 <i>ÄÄNEN KOODAUS</i> .....	5
2.4 <i>JÄRJESTELMÄTASON STANDARDIT</i> .....	7
2.5 <i>RTP</i> .....	8
<b>3. TYÖASEMAOHJELMISTOT</b> .....	<b>9</b>
3.1 <i>ENEMMÄN PUHETTA - VÄHEMMÄN DATAA</i> .....	9
3.2 <i>PUHELINTEN TOIMINTA</i> .....	10
3.3 <i>MARKKINOILLA OLEVAT OHJELMISTOT</i> .....	10
3.4 <i>MITEN PUHELIMEN SAA TOIMIMAAN?</i> .....	12
<b>4. IP-PUHE DSP-LAITTEET</b> .....	<b>12</b>
// .....	13
<b>5. IP-IP/PSTN-YHDYSKÄYTVÄT</b> .....	<b>13</b>
5.1 <i>PUHELUN MUODOSTAMINEN</i> .....	13
5.2 <i>YHDYSKÄYTVÄN TEKNIikka</i> .....	14
5.3 <i>TUOTTEET</i> .....	14
<b>6. HAKEMISTOPALVELUT</b> .....	<b>14</b>
<b>7. IP-PSTN PALVELUT</b> .....	<b>15</b>
<b>8. YHTEENVETO</b> .....	<b>16</b>

## KÄYTETYT LYHENTEET

CELP	Code Exited Linear Prediction
DSP	Digital Signal Processor
IETF	Internet Engineering Task Force
IMA	International multimedia Association
IMTC	International Multimedia Teleconferencing Consortium
IP	Internet Protocol
ITCA	International Teleconferencing Association
ITIC	Internet Telephony Interoperability Consortium
ITU-T	International Telecommunication Union
JCG on AVMMMS	Joint Coordination Group for Audiovisual Multimedia Services
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MCS	Multipoint Communication Services
MCU	Multipoint Control Unit
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PSDN	Packet Switched Digital Networks
PSTN	Public Switched Telephone Network
RTCP	Real Time transport Control Protocol
RTP	Real Time Protocol
ULS	User Location Service

## LUETTELO KUVISTA

KUVA 1 T.120:N RAKENNE	6
KUVA 2: MCS-TOPOLOGIA	7
KUVA 3: H.323 - PÄÄTELAITE	8
KUVA 4: RTP-OTSIKKO	9

## LUETTELO TAULUKOISTA

TAULUKKO 1: ITU-T:N H.323-SUOSITUKSEN SISÄLTÖ.	8
TAULUKKO 2: IP-PUHELIN OHJELMISTOT PC:LLE. TILANNE MARRASKUU 1996	11
TAULUKKO 3: DSP-KORTIT JA YHTEENSOPIVUUS	13
TAULUKKO 4: HAKEMISTOPALVELUITA JA NIIDEN OSOITTEITA.	15
TAULUKKO 5: IP-PSTN-YHDYSKÄYTÄVÄPALVELUIDEN TARJOAJIA.	16
TAULUKKO 6: IP-PSTN-PALVELUN HINTAESIMERKKI.	16

---

## TIIVISTELMÄ

*Tässä seminaarityössä luodaan katsaus internet protokollan päällä toimiviin reaaliaikaisiin puhetuotteisiin: ohjelmistoihin, laitteistoihin ja palveluihin. IP-puheeseen ja multimediaan liittyvää standardointia käsitellään myös hiukan. Ei-reaaliaikaiset puhe-sovellukset kuten puheposti on jätetty käsittelyn ulkopuolelle.*

## 1. JOHDANTO

IP-protokollan käyttö multimedian siirtoon on vielä uutta, ja teknologian voi sanoa olevan lapsenkengissä. Perusongelmana on äänen ja liikkuvan kuvan alhaiset viive ja bittivirran huojunta vaatimukset. Ruuhkaisessa internetissä lisäongelmia tuo vielä vaadittu suuri kaista. Puheen koodaaminen ja pakkaaminen tuo helpostusta sekä viive että kaistavaatimukseen, mutta vaatii paljon prosessointia. Ennen Pentium aikakautta tähän ei ollut mahdollisuuksia ilman erillisiä DSP-proessoreita.

IP-puhemarkkinoiden ohjelmistojen kehitystä on johtanut israelilainen VocalTec maaliskuussa 1995 esiteltyllä Internet Phone -ohjelmalla. Muut seurasivat pian perässä ja nyt markkinoilla onkin parisenkymmentä saman tyyppistä ohjelmaa. Niiden ongelmana oli ja on pitkälti edelleenkin suuri viive puheessa, huono äänenlaatu ja rajoitetut soittomahdollisuudet. Eri valmistajien ohjelmat eivät toimineet yhdessä ja soittaminen onnistui vain toiseen auki olevaan internettiin kytkettyyn tietokoneeseen. Valmistajat ovatkin kilvan tuomassa toisen sukupolven IP-puhetuotteita, jotka mahdollistavat soittamisen myös yleiseen puhelinverkkoon. Eri valmistajien ohjelmien pitäisi toimia myös keskenään, käytettävyys pitäisi olla parempi ja äänenlaadun lähempänä lankaverkon äänenlaatua./1/

Tässä seminaarityössä on tarkoitus kartoittaa ensin IP-puhetuotteisiin liittyviä standardeja. Sitä seuraa laitteiden ja ohjelmistojen toiminnan sekä markkinoilla olevien tuotteiden esittely. Markkinakatsaus ei ole tarkoitettu kaiken kattavaksi vaan työssä on keskitytty tällä hetkellä lupaavimpiin tuotteisiin. Loppuyhteenvedossa luodaan katsaus tulevaisuuteen.

## 2. TIETOLIIKENTEN MULTIMEDIASTANDARDIT

Standardeilla on ollut suuri merkitys useiden kuluttaja ja tietoliikenne alojen kehitykselle ja kasvulle. Standardit luovat puitteet tuotteiden perustoiminnalle, ja näin varmistavat, että eri valmistajien tuotteet toimivat keskenään kannustaen yrityksiä tuomaan markkinoille laajan kirjon perustuotteeseen liittyviä laajennuksia ja sovelluksia. Valmistajien ei tarvitse pelätä "betacam-ilmiötä", käsissä teknisesti loistavia tuotteita, joita kukaan ei halua ostaa yhteensopimattomuuden vuoksi./2/

Multimedia alan standardointiin vaikuttavia tahoja ovat: Internet Engineering Task Force (IETF), International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC), International Teleconferencing Association (ITCA), International Multimedia Association (IMA), ja ITU-T. IMTC (<http://www.imtc.org/imtc>) on alan yritysten yhteenliittymä, johon kuuluvat mm. Microsoft, Intel, AT&T ja Motorola. ITU-T on antanut suosituksia, ja IMTC on varmistanut niille teollisuuden tuen. IMTC:n jäseniä

---

on mukana JCG on AVMMS - ryhmässä (Joint Coordination Group for Audiovisual Multimedia Services), joka toimii neuvoa-antavana ja osittain suosituksia valmistelevana ryhmänä ITU-T:n alla. MIT:n vetämä Internet Telephony Interoperability Consortium (ITIC) (<http://rpcp.mit.edu/~itel>) tähtää IP-puhetuotteiden yhteistoiminnan edellytyksien takaamiseen. /3/

## 2.1 YLEISKATSAUS ALAN STANDARDEIHIN

ITU-T:n multimediaan liittyviä suosituksia on valmisteltu monissa työryhmissä (study groups). Multimediapalveluita on valmisteltu ryhmissä SG1,SG7 ja SG12. Tältä pohjalta on saatu aikaan yleisiä multimedia suosituksia kuten F.700. Multimedia-infrastruktuuria on valmisteltu ryhmissä SG15,SG8 ja SG14. Näissä ryhmissä on saatu aikaan liuta tärkeimpiä suosituksia kuten T.2x - sarja ja audion (G.7xx) sekä videon (H.26x) koodaukset. Työryhmät SG15, G14 ja SG8 ovat saaneet aikaan tärkeän järjestelmä ja päätelaitteita määrittelevän H.3xx - sarjan. /4/

## 2.2 ÄÄNEN KOODAUS

ITU-T:n G-sarja sisältää äänen koodaamiseen liittyviä suosituksia. G.723.1 - G.729 koskevat alhaisen bittinopeuden koodaustapoja., jotka ovat IP-puheen kehittämisen kannalta tärkeimpiä.

G.728 määrittelee puheen koodauksen 16 kbit/s nopeuteen käyttäen matala viiveistä koodiherätteistä lineaari prediktiota (CELP).

G.723.1 on tarkoitettu alunperin PSTN videopuheluihin, mutta on käytössä myös IP-puhelimissa. Koodauksen nopeus on 5.5/6.3 kbit/s

G.729 puheenkoodaus 8 kbit/s lankaverkon äänenlaadulla. Tämäkin kooderi on CELP-tyyppinen, tarkemmin CS-ACELP algoritmilla toteutettu. GSM:n täyden nopeuden kanavassa (EFR) on sama ACELP koodekki.

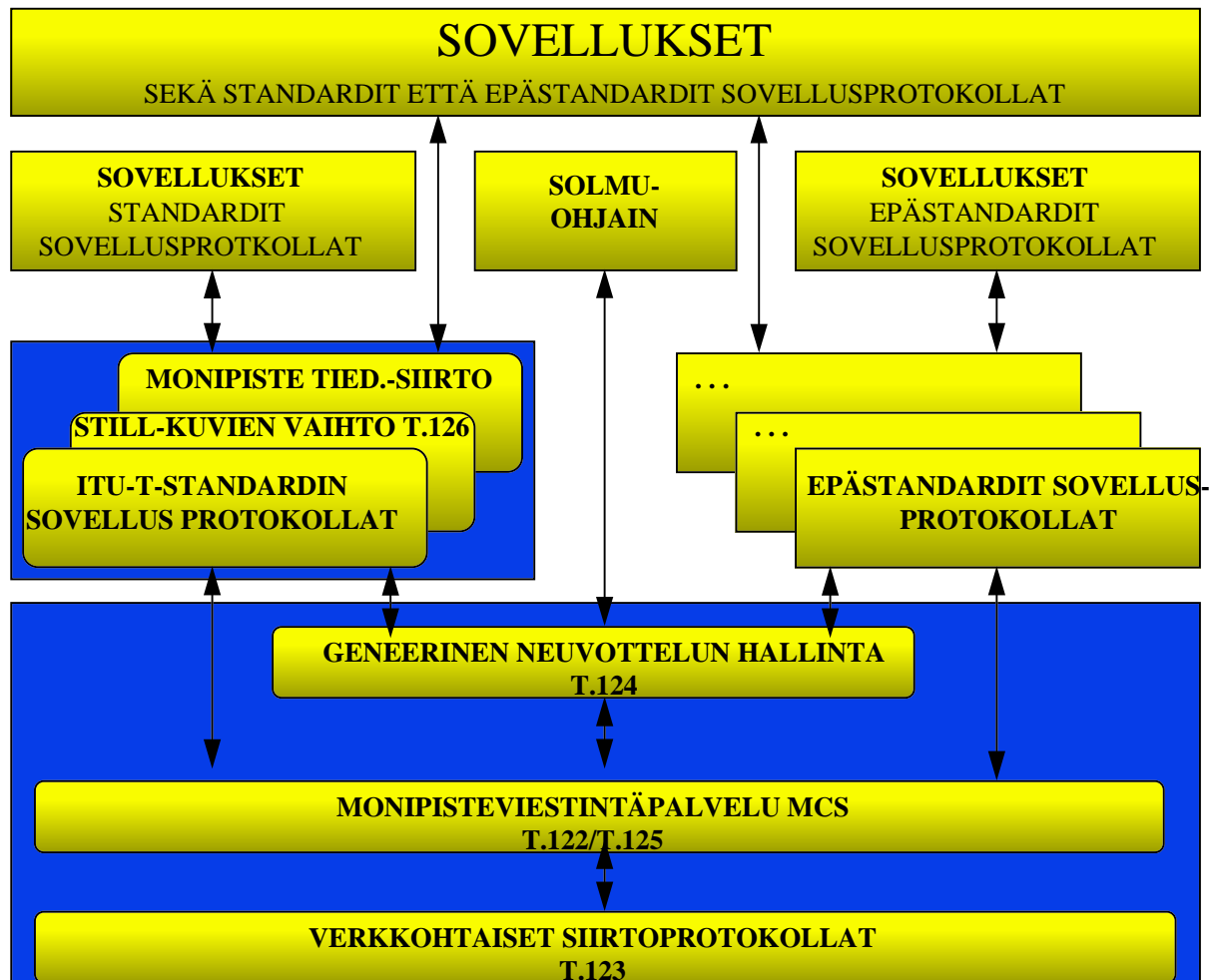
G.4K vielä lukkoon lyömätön 4 kbit/s keskustelumultimediapalveluiden puhekooderi. /3/

## 2.3 MULTIMEDIAJÄRJESTELMIEN DATA- JA TELEMAATTISET PROTOKOLLAT

ITU-T:n T-sarja on nimeltään Terminal Characteristics and High Layer Protocols for Telematics. T.12x - sarjan tähtäimenä on ollut luoda avoin ja laaja-alainen järjestelmä eri tyyppisten medioiden (mm. telematiikka, tiedoston siirto, kameroiden ohjaus) multimediatiiedon siirtämiseen sekä multi-point että point-to-point ympäristöissä. Mukaan on mahdutettu myös numerointi ja erilaiset päätelaitemääritykset.

T.120 nojaa monitasoiseen arkkitehtuuriin, jossa tasojen välille on määritelty protokollat ja palvelut. Alemmat tasot T.122 - T.125 määrittelevät sovellus riippumattoman mekanismin monipiste datayhteyksien palveluille kaikille näitä käyttämään pystyville sovelluksille. Ylemmät tasot T.126 ja T.127 määrittelevät

protokollat spesifisille keskustelusevelluksille, kuten jaettu kirjoitustaulu (eräänlainen virtuaali työtila, whiteboard) ja binäärinen tiedostonsiirto. Standardoimattomat ja standardoidut sovellukset voivat toimia rinnakkain. Standardoimattomiin sovelluksiin voisi kuulua käyntikorttien vaihto ja irc-tyyppinen tekstimuotoinen keskustelu.



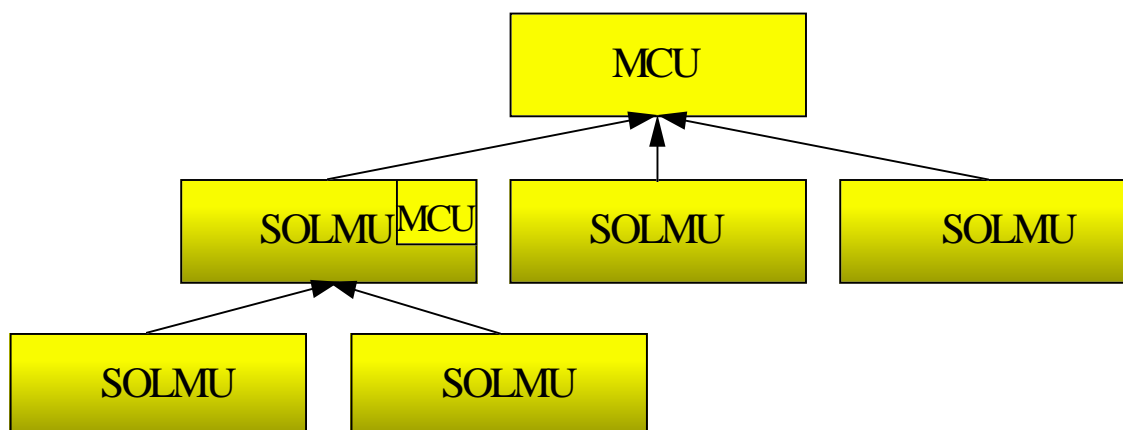
**Kuva 1 T.120:n rakenne**

Seuraavassa lyhyet kuvaukset tärkeimmistä määrittämisistä.

T.123 Transport-pino määrittelee kuljetusprofiilit eri tyyppisille verkoille. Määriteltynä on: Public Switched Telephone Networks (PSTN), ISDN, Circuit Switched Digital Networks (CSDN), Packet Switched Digital Networks (PSDN), IPX ja TCP/IP. ATM on mietinnän alla. T.123 perustuu Q.922:een, joten kanavien jako on mahdollista.

T.122 ja T.125 Multi-point Communications Services (MCS) - T.122 määrittelee sovellussuunnittelijoille monipisteyhteyspalvelut ja T.125 määrittelee tiedonsiirtoprotokollan. Yhdessä ne muodostavat MCS:n monipisteyhteyden moottorin T.120:ssa. Neuvottelun jäsenet, MCS-solmut muodostavat domainin, eli T.120:n puitteissa yhden neuvottelun. Sovellus voi olla yhteydessä samanaikaisesti useampaan domainiin. MCU, Multipoint Control Unit puolestaan on looginen rakenne, jonka

tehtävää voi hoitaa solmu työasemassa tai vaihtoehtoisesti erikoislaite verkossa. Kuvassa 2 on esitetty eräs mahdollinen MCS-rakenne. /2/



**Kuva 2: MCS-topologia**

T.124 - Generic Conference Control määrittelee monipistehallinnoinnin.

T.128 Stream Control hallitsee audion ja videon jaottelua MCU:ssa.

## 2.4 JÄRJESTELMÄTASON STANDARDIT

Suositus H.323 käsittelee multimedia laitteita ja palveluita palvelun laatua (QoS) takaamattomissa LAN:eissa. Suosituksen mukaiset laitteet voivat siirtää reaaliaikaista puhetta, dataa ja videota, mukaan lukien kuvapuhelut. H.323 päätelaitteiden käyttäminen useampien LAN -segmenttien (esim. internetin) yli voi ratkaisevasti laskea saavutettua palvelun laatua, ja sen tyyppiset ratkaisut eivät kuulukaan suosituksen piiriin.

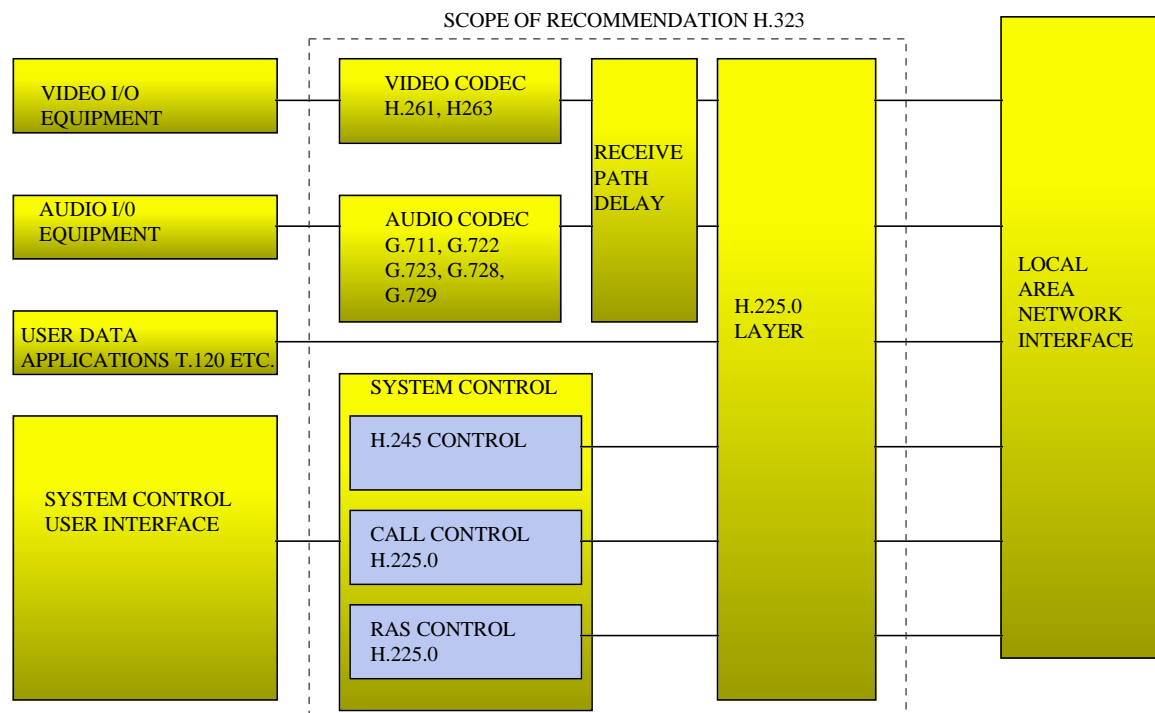
H.323 päätelaitteet voivat olla fyysisesti integroituna PC:hen tai ne voivat olla erillislaitteita. Kuvatuki on vapaaehtoinen, mutta ääni on pakollinen. Kaikkien H.323-laitteiden pitää toimia keskenään siten, että neuvoteltaessa käytetyistä medioista yhteys muodostuu myös heikompi- ja heikompitasoisen laitteen kanssa. Tuettuna on myös ATM B-ISDN H.310 ja H.324 langattomien ja GSTN - päätelaitteiden sekä V.70 GSTN päätelaitteiden väliset yhteydet yhteisen signaalintimäälityksen H.245 käytön kautta.

Multipoint yhteyksiä voidaan muodostaa myös H.310 (B-ISDN), H.320 (N-ISDN), H.321 (B-ISDN), H.322 (QoS LAN), H.324 (GSTN) ja V.70 (GSTN) päätelaitteiden kanssa.

H.323 määrittelyn keskeinen sisältö on esitetty talukossa 1.

**Taulukko 1: ITU-T:n H.323-suosituksen sisältö.**

<i>Pakolliset</i>	<i>Vapaaehtoiset lisät</i>
<b>H.221 multiplex</b>	H.233, H.234 security
<b>H.245 control protocol</b>	H.231, H.243 multipoint
<b>H.230 Synch.codecs</b>	H.263, H.262 video
<b>G.711 audio</b>	G.723.1, G.729 audio
<b>H.261 video (vain kuvalaitteille)</b>	T.120, H.224 data
<b>L.420 interface</b>	H.244 channel aggregation
<b>Q.931/9 signalling</b>	H.281 camera control

**Kuva 3: H.323 - päätelaite**

LAN-liityntä on H.323:ssa toteutusriippuvainen, eikä kuulu määrittelyihin. LAN-liitynnältä vaaditaan kuitenkin suosituksen H.225.0 mukaisten palveluiden toteuttaminen. H.225:een kuuluu luotettava (esim. TCP, SPX) päästä päähän palvelu H.245 ohjauskanavalle, data-kanaville ja signaalintikanavalle ja ei luotettavutta takaava palvelu (UDP, IPX) ääni-, kuva- ja RAS-kanaville. Palvelu voi olla duplex, simplex, unicast tai multicast riippuen sovelluksesta, päätelaitteista ja LAN:in kokoonpanosta.

## 2.5 RTP

Internet Engineering Task Forcen (IETF) RFC 1889:ssä määriteltiin Real-time Transport Protocol (RTP), joka tarjoaa päästä päähän tiedonsiirron reaaliaikaista dataa kuten ääntä, kuvaa ja simulaatiodataa lähetäville sovelluksille multicast ja unicast palveluita tarjoavien verkkojen yli. RTP ei pysty varaamaan resursseja eikä takaa palvelun laatua. RTP:n tarjoamia palveluita ovat: hyötykuorman tyyppin tunnistus,





IP-puhelimia käytetään pääasiassa verkossa, johon ne sopivat ehkä huonoiten - internetissä. Puheen vaatiman siirtonopeuden alentaminen ja sovittaminen siirtotielle state-of-the-art koodauksella onkin noussut avainasemaan. PCM- koodaus vie 64 kbit/s, laadukasta puhetta saadaan aikaiseksi noin 8 kbit/s kaistalla. Tyypillinen 28.8 kbps modeemi siirtää internet yhteyden päässä noin 3 kbit/s. Jotta puhe olisi ymmärrettävää puhepakettien pitäisi liikkua isokronisesti taatulla maksimiviiweellä. Sopivasti koodaamalla saadaan koodauksesta aiheutuva viive päätelaitteissa riittävän alhaiseksi, vaadittu bittinopeus alhaiseksi, koodi epäherkäksi viiveestä aiheutuville virheille äänessä ja tietenkin taajuukaistaltaan väritymätön luonnollinen ääni. /5/

Tuotteista löytyy paitsi aikaisemmin mainitut koodekit G.711 (CCITT), G.723.1 ja G.729 myös GSM 0.610, PCM, ADPCM ja DSP TrueSpeech - algoritmeja sekä liuta valmistaja spesifisiä. Osa tukee laajaa koodekki kirjoja osa vain yhtä-kahta.

### 3.2 PUHELINTEN TOIMINTA

Puhelun muodostaminen voi tapahtua kolmella tavalla: point-to-point, hakemistopalvelun kautta tai käyttäen yhdyskäytävää. Kahdessa ensimmäisessä tapauksessa vaikeutena on IP-osoiteen ja tilaajan yhdistäminen. Otettaessa yhteys palomuurin läpi ei IP-osoite välttämättä näy muurin toiselle puolelle. Monilla yrityksillä on myös sisäisesti käytössä rekisteröimättömiä IP-osoiteita. Tässä tapauksessa internet yhteys saatetaan muodostetaan reitittimen läpi, ja ulos ei näy IP-osoitetta. Sama tilanne on käytettäessä internetoperaattoreiden tarjoamia käyttäjätunnuksettomia internetyhteyksiä. Operaattorin palvelin kierrättää osoitteita, ja antaa aina yhteyden luodessaan uuden.

Osa hakemistopalveluohjelmista, internetin valkoisista sivuista osaa automaattisesti päivittää tietokantaansa vaihtuneen IP-osoitteen. Tietenkin voi sopia myös vastapuolen kanssa kirjautumisesta sisään hakemistopalveluun, jolloin tuttua käyttäjätunnusta klikkaamalla yhteys muodostuu. Point-to-point-yhteyttä muodostettaessa pitää tietää vastapuolen IP-osoite etukäteen, eli pysyvä osoite on melkein aina toimiva ratkaisu.

Yhdyskäytävä ja siihen liitetty palvelinohjelmisto osaa tehdä muunnoksia IP-osoitteiden välillä ja tarvittaessa ohjata puhelun yleiseen puhelinvekkoon. B-tilaajan ei siis tarvitse olla välttämättä tietokoneensa ääressä ja verkossa sisällä kuten kahdessa edellisessä ratkaisussa. A-tilaajan tarvitsee tietää vain yhdyskäytävän tunnus B-tilaajan tunnus, joka voi olla myös tavallinen puhelinnumero.

### 3.3 MARKKINOILLA OLEVAT OHJELMISTOT

IP-puhelinohjelmistoja tulee markkinoille koko ajan lisää. Suurin osa ohjelmista on silti vielä versionumero yhdessä tai peräti beta-asteella. Oheisessa taulukossa (taulukko 2) on yhteenveto äänenlaadultaan siedettävistä ohjelmista. Äänenlaatua oli arvioimassa CNET:in viisihenkinen raati, joka arvioi sokkotestinä ennaltanauhoitetut ääninäytteet. Ne otettiin T1-kiinteän linjan sekä 28.8 kbps ja 14.4 kbps - modeemisilmukoiden yli.

**Taulukko 2: IP-puhelin ohjelmistot PC:lle. Tilanne marraskuu 1996**

<i>Ohjelma</i>	<i>Koodekit</i>	<i>Äänen laatu (1-5)</i>	<i>Alin siedettävä nopeus</i>	<i>Standardit</i>	<i>Tuetut hakemistot</i>	<i>Muuta</i>
<b>FreeTel 1.0</b>	GSM 06.10	1	28.8 kbps			
<b>IBM I.net Conn. Phone 1.01 Beta</b>	SVD (IBM)	1	28.8 kbps			Osaa käyttää Mwave DSP:tä
<b>InSoft/Netsc. CoolTalk 3.0 Beta</b>	GSM 06.10, ADPCM	3	28.8 kbps		Netscape	Toimii Navigatorin kanssa, Puheposti tuki, myös MAC/UNIX
<b>Intel I.net Phone 1.0 beta 2</b>	G.711, G.723.1, GSM 06.10	4		H.323	Four11,	Explorerin ja Navigator yhteistoiminta
<b>Iris Phone 2.0</b>	TrueSpeech, GSM 06.10, PCM ADPCM	3	14.4 kbps =>			Puheposti, nauhoitettavat viestit
<b>J. Walker Speak Freely</b>	GSM 06.10, ADPCM, PCM,PGP, DES, IDEA	2	Vain kiinteät linjat			Myös UNIX
<b>Microsoft NetMeeting</b>	G.711, TrueSpeech GSM 06.10 PCM ADPCM	3	14.4 kbps =>	H.323	Microsoft ULS, Four11	T.120 ominaisuudet kuten virtuaali-työtila
<b>Quarterdec WebTalk 1.0</b>	Windows Audio Compression Manager	2	28.8 kbps =>	-	Quarterdeck	osaa vaihtaa koodekkia kesken puhelun
<b>Silvers.S.fone 2.3</b>	GSM 06.10	2	28.8 kbps		Silversoft	
<b>Vocaltec I.net Phone R 4</b>	VSC(Vocaltec), GSM 06.10, TrueSpeech	4	14.4 kbps =>		IRC	Myös MAC
<b>Voxware TeleVox 0.3 beta</b>	GSM 06.10	2	14.4 kbps - 64 kbit/s		Voxware	
<b>Will Price PGPfone 1.0 beta 2</b>	GSM 06.10	2	28,8 kbps			Salaus algoritmeja, osaa vaihtaa koodekkia lennossa

/6,7,8/

Kaikki tässä listatut ohjelmat ovat full-duplex-tyyppisiä, mutta vain pieni muutama PC-äänikortit tukevat full-duplex-toimintaa. Kaikki uudet MAC:it ja Unix-työasemat ovat fd-äänikorteilla varustettuja. Aidot fd-äänikortit ovat kalliita, mutta esimerkiksi Creativen Sounblaster 16 ja 32 AWE -malleihin on saatavissa toimivat beta-version fd-ajurit .

Luultavasti melko pian kaikki ohjelmat tukevat Windows Audio Compression Manageria, minkä jälkeen koodekki ongelmaa ei toivottavasti enää ole. Samanlaisia koodekkeja käyttävien ohjelmien välillä oli suuria äänenlaadullisia eroja, toteutuksissa on ilmeisesti vielä viilaamisen varaa.

Kaikki merkittävät valmistajat pyrkivät saamaan H.323 - suosituksen mukaisen tuotteen aikaiseksi. Tämän pitäisi eliminoida signaloinnin yhteensopimattomuus.

Tuotteet ovat vieläkin suurelta osin epäyhteensopimattomia. Poikkeuksena Microsoftin Netmeeting ja Intelin Internet Phone. Ne molemmat tukevat H.323:a jo nyt, ja niinpä niiden pitäisi pystyä muodostamaan yhteys keskenään. Lisäksi näille ohjelmille on laaja valmistajariippumaton hakemistotuki.

Netscapen CoolTalk on ollut ilmaiseksi Navigator 3.0: mukana samassa paketissa, ja sillä onkin tällä hetkellä markkinajohtajuus. Eniten myytyjä ohjelmia puolestaan ovat Vocaltecin Internet Phone (noin 80% markkinoista) ja kaukana perässä tulee Quarterdeckin Web Talk.

### 3.4 MITEN PUHELIMEN SAA TOIMIMAAN?

IP-puhelimen asentaminen toimintakuntoon ei ole helppoa, ja käyttäminen voi olla tuskallista. Tässä muutama vinkki:

- 1) Hanki kiinteä IP-osoite. Kaikki ohjelmistot eivät edes pysty muodostamaan yhteyksiä muiden kuin kiinteiden IP-osoitteiden kanssa.
- 2) Tarvitset paljon nopeutta. 14.4 kbps modeemi on teoreettinen alaraja, mutta paras äänenlaatu saavutetaan kiinteillä yhteyksillä. Jonnekin välimaastoon sijoittuvat 33.6 kbps modeemit.
- 3) Käytä kuulokkeita. Äänenlaatu on välillä mitä sattuu, joten ainakin tausta melu kannattaa eliminoida. Heikkolaatuisesta äänestä saa myös paljon paremmin selvää kun se tulee läheltä korvaa.
- 4) Hanki ohjelma, joka pystyy vaihtamaan koodekkia lennossa. Välillä yhteys saattaa kesken kaiken hidastua mateluksi, jolloin koodekin vaihtaminen saattaa vielä pelastaa.
- 5) Puhu sopivalla nopeudella ja voimakkuudella. Taustamelun eliminoimiseksi kannattaa laittaa mikrofoni herkkyys alhaiseksi, ja puhua hieman kovempaa suoraan mikrofoniiin. Osa ohjelmista toimii paremmin kuin puhut jatkuvasti, osa taas ei toimi kunnolla, jos puhetta tulee pitkissä jaksoissa.
- 6) Hanki full duplex-toimintaan kykenevä äänikortti. Aidot full-duplex-äänikortit ovat kalliita, mutta sopivilla ajureilla osa korteista pystyy fd-toimintaan. /4/

## 4. IP-PUHE DSP-LAITTEET

Käyttämällä IP-puheohjelmiston kanssa yhteensopivaa DSP-korttia voidaan ajaa erittäin paljon laskentaa vaativia koodekkeja. Ehkä vieläkin suurempana hyötynä, koodauksesta aiheutuva viive pinenee parilla dekadilla koodekista riippumatta. Oheisessa taulukossa (taulukko 3) muutama löytämäni DSP ja ohjelmisto -yhdistelmä.

**Taulukko 3: DSP-kortit ja yhteensopivuus**

<i>Kortti</i>	<i>Ilmoitettu keskimääräinen silmukkaviive</i>	<i>Yhteensopivuus</i>
<b>MindSHARE Internet Telephone</b>	30 ms	Vocaltec Internet Phone, Camelot Digiphone, Quarterdeck WebTalk
<b>IBM MWAVE (piiri)</b>	-	IBM Internet Connection Phone

/9/

## 5. IP-IP/PSTN-YHDYSKÄYTÄVÄT

Tietokoneeseen asennetun IP-puhelimen rajoitettuja soittomahdollisuuksia paikkaamaan on markkinoille ilmestynyt IP-PSTN-yhdyskäytäviä. Yhdyskäytävä on yrityksen vaihteeseen kytketty laite, jolla on yhteys siis puhelinverkkoon ja IP-verkkoon. IP-verkko voi olla yrityksen LAN, joka on kytketty internettiin tai mahdollisesti yrityksen yksityiseen virtuaaliverkkoon (VPN) tai WAN:iin.

Yhdyskäytävän tyypillinen käyttökohde voisi olla yrityksen kahden maantieteellisesti etäällä toisistaan olevan konttorin puheluiden yhdistäminen IP-verkon kautta. Tuo IP-verkko voi olla edellä mainittu VPN tai sitten internet. Toisena käyttökohteena on väläytelty asiakkaiden soittojen ohjaaminen yrityksen WEB - sivuilta PBX:n kautta tavalliseen puhelimeen. Asiakas voisi siis klikata WEB-sivun "soita myyjälle"-painiketta, ja yhteys muodostuisi internetin kautta yhdyskäytävään ja sieltä myyjän puhelimeen tai tietokoneeseen. Yhdyskäytävä osaa ensin yrittää IP-IP- puhelua, jos se ei onnistu yhdistyy puhelun puhelinverkkoon tai yritysvaihteen kautta alanumeroon. Yhdyskäytävät pystyvät myös reitittämään IP-verkon kautta telekopioita.

/8,9,10/

### 5.1 PUHELUN MUODOSTAMINEN

Puhelu muodostuu seuraavasti:

1. Puhelu paikalliseen yhdyskäytävään. Puhelu voi tulla yritysvaihteesta tai suoraan yleisestä puhelinverkosta ohivalinnan kautta tai välittäjän siirtämänä.
2. Yhdyskäytävä huomaa tulevan puhelun ja vastaa siihen mahdollisesti puheviestillä.
3. Soittaja antaa tunnisteen ja yhdyskäytävä toteaa onko soittajalla oikeus haluttuun yhteeseen (access control).
4. Soittajaa pyydetään antamaan B-tilaajan numero tai yhdyskäytävään ohjelmoitu lyhytvalintanumero.

5. Yhdyskäytävä analysoi B-tilaajan numeron, ja päättää miten puhelu tulisi reitittää, onko numero estetty ja tarvitaanko vielä autentisointia. /8/

## 5.2 YHDYSKÄYTÄVÄN TEKNIikka

Tällä hetkellä IP-yhdyskäytävät ovat toteutettu PC:n päälle. Paketin mukana tulee kortti, joka sisältää DSP-prosessoreita ja pystyy kaksi suuntaisesti koodaamaan ja kompressoimaan puheen sopiviksi paketeiksi. Reititystä, puheluiden kontrollia, yhdyskäytävän monitorointia ja hallinnointia varten PC:ssä pyörii yhdyskäytävä-palvelinohjelmisto.

Yhdyskäytävien valmistajat luottavat ITU:n G.729 standardiin puheen koodauksessa. Varsin raskas algoritmi saadaan toimimaan käyttämällä halpoja mutta tehokkaita (40 MIPS) Texas Instrumentsin TI320C51 - DSP-prosessoreita. Näitä vaaditaan kaksi jokaista kaksisuuntaista puhelua kohti (yksi molemmissa päissä). /10,11,12,13/

## 5.3 TUOTTEET

<i>Tuote</i>	<i>Max kanavia</i>	<i>Koodekit</i>	<i>Muuta</i>
<b>Micom V/IP</b>	8	G.729+ ClearVoice (Micom)	Tuettuna olemassaolevat reititinprioriteettiprotokollat sekä RSVP
<b>Vocaltec Telephony Gateway</b>	8	VSC (Vocaltec), GSM, Truespeech	E.164 numerointi, saatavilla myös laskutusohjelmisto. Tehokkaat autentisointisysteemit. Digilogicin kortit.

## 6. HAKEMISTOPALVELUT

Puhekumppanin löytäminen voi olla hankalaa vaihtuvien IP-osoitteiden ja epästandardien ohjelmistojen maailmassa. Tähän ongelmaan apua tarjoavat useat ilmaiset hakemistopalvelut. Osa hakemistoista osaa tunnistaa kerran rekisteröityneen käyttäjän muuttuneen IP-osoitteen automaattisesti. Microsoft on kirjoittanut omalle Internet Information Serverilleen tällaisen laajennuksen, jota se kutsuu User Location Serviceksi. ULS on ehdolla yhtenä vaihtoehtona hakemistopalveluiden toteutukseksi IETF:lle. Four11 tarjoaa ilmaiseksi Connect-ohjelmistoa, joka tarjoaa joukon aputoimintoja puheluiden muodostamiseen. Hakemistopalveluiden on tarkoitus toimia myös virtuaalisina juttupaikkoina - irc reaaliaikaisella puheella. Taulukkoon 4 on listattu muutamia hakemistopalveluiden tarjoajia.

### Taulukko 4: Hakemistopalveluita ja niiden osoitteita.

<i>Hakemisto</i>	<i>Osoite</i>	<i>Protokollat/ Standardit</i>	<i>Tuetut IP- puheohjelmistot</i>
<b>WhoWhere?</b>	www.whowhere.com	NetSearch (Netscape) ULS, H323	NetMeeting, CoolTalk Intel Internet Phone
<b>People Talk</b>	www.peopletalk.com	ULS, LDAP	NetMeeting
<b>Coordinate.com</b>	www.coordinate.com	ULS, H.323	Intel Internet Phone
<b>Bigfoot</b>	www.bigfoot.com	ULS, H.323	Intel Internet Phone
<b>Doubleclick</b>	www.doubleclick.com	ULS, H.323	Intel Internet Phone
<b>Four11</b>	www.four11.com	ULS, H.323	Intel Internet Phone, CoolTalk, CU- SeeMe, Connectix VideoPhone

## 7. IP-PSTN PALVELUT

IP-PSTN - yhdyskäytäväpalvelut ovat uusi internetpalveluiden muoto. Asiakas muodostaa ensin internetin kautta yhteyden omalta PC:ltään palveluntarjoajalle. Palvelun tarjoajat antavat tätä varten veloituksetta käyttöön oman tai lisensioimansa IP-puheohjelmiston. Palvelun tarjoajalla on yhdyskäytävä, joka muodostaa yhteyden yleisen puhelinverkon kautta tavalliseen puhelimeen ja koodaa ja dekodaa puhetta. Tästä tietenkin laskutetaan asiakasta. Palvelun tarjoajan toiminta perustuu paitsi internetin käyttöön kaukopuheluiden välityksessä myös halvalla tukussa ostettujen kaukopuheluyhteyksien uudelleen myyntiin. Taulukossa 5 on listattu muutamia palveluiden tarjoajia.

**Taulukko 5: IP-PSTN-yhdyskäytäväpalveluiden tarjoajia.**

<i>Palvelun tarjoaja</i>	<i>WWW - osoite</i>
<b>IDT: NET2PHONE</b>	www.net2phone.com
<b>ShadowTel Communications</b>	www.twg.on.ca
<b>Global Exchange Carrier</b>	www.gxc.com
<b>Call Works Inc. Home</b>	www.callworks.com
<b>Franklin Telecom</b>	www.ftel.com
<b>Latic</b>	www.latic.com
<b>MiWorld</b>	www.miworld.com

Tällä hetkellä IP-PSTN-yhdyskäytäväpalveluiden tarjoajia on vain Kanadassa ja USA:ssa. Pohjois- ja Etelä-Amerikkaan soittaminen on lähes ilmaista. Taulukkoon 6 on koottu IDT:n Net2Phone hinnasto 11.11.1996. Hinnastossa on käytetty dollarin kurssia 1 dollari = 4,52 FIM. Vertailun vuoksi vielä Finnetin:n vastaavia hintoja päiväsaikaan (tarkistettu 11.11.96). Finnetin hintoihin pitää vielä lisätä paikallispuhelumaksu ja Net2Phone:n hintoihin internet-yhteyden hinta.

**Taulukko 6: IP-PSTN-palvelun hintaesimerkki.**

<i>Maa</i>	<i>Net2Phone (FIM)</i>	<i>Finnet (FIM)</i>
<b>USA</b>	0.45	4.99
<b>Kanada</b>	0.59	4.99
<b>Saksa</b>	0.90	3.29
<b>Ruotsi</b>	0.77	1.19

## 8. YHTEENVETO

IP-puhetuotteet ovat saaneet valtaisan julkisuutta internetissä. Altavista-haku löytää "internet telephony"-aiheisia dokumentteja tuhansia. Suuri innostus on paljolti internet puheluiden halpuudesta lähtöisin. Jos amerikkaan voi soittaa viisi markkaa minuutti sijasta paikallispuhelumaksulla, on porkkana olemassa. Saatava laatu ei kuitenkaan ole totuttua lankaverkkolaatua ja soittaminenkin lievästi sanoen hankalaa. Ehkä suurempi merkitys IP-puheella dataverkkomaailmalle pidemmän päälle voi olla reaaliaikasovellusten yleisemmällä esiinmarssilla työpöydille. Kuka varsinaisesti tarvitsee QoS-verkkoa toimistoon tai kotikoneelle, jos sitä tarvitsevia sovelluksia ei ole olemassa? IP-puhe ja datapuheneuvotteluiden mahdollisesti yleistyessä käyttäjät tulevat kaipaamaan jonkinlaista taattua palvelun laatua, ja sitä kautta ATM-tekniikka saattaisi yleistyä myös muualla kuin runkoverkoissa.

Toinen IP-puheen vaikutus on ollut ensimmäisten kaupallisten H.300 - sarjan multimedia sovellusten valmistumisen nopeutuminen. Ilman IP-puhetta ei Intelille eikä Microsoftilla luultavasti olisi ollut motivaatiota esitellä multimedianeuvottelutuotteita nykyisellä aikataululla. H.323 - standardin pohjalle tehdyt sovellukset pitäisi olla suhteellisen helppo muuntaa aitoon B-ISDN-



---

ympäristöön. H.310, H322 ja H.323 ovat järjestelmätasolla lähellä toisiaan. Ja ainakin teoriassa yhteistoiminta pitäisi olla mutkatonta.

---

## LÄHDELUETTELO:

1 Sears, Mutooni & Li, CC Docket No. 96-10 RM-8775 In the Matter of The Provision of Interstate and International Interexchange Telecommunications Service via the Internet by Non-Tariffed, Uncertified Entities. <http://itel.mit.edu/acta/harvard.html>. 1996. 2 s.

2 T.120 whitepaper by DataBeam. 1996. 10 s. [http://www.stic.mil/ieb\\_cctwg/contrib-docs/T.120-WP.html](http://www.stic.mil/ieb_cctwg/contrib-docs/T.120-WP.html)

3 Kenyon, Norman, A Guide to International Telecomms-related Multimedia Standards 1996 1 s.

4 ITU-T, <http://www.itu.ch/>, 1996

5 Hardman, Sasse, Handle, Watson, Reliable Audio for Use over the Internet, University of London, Englanti, 1995.

6 CNET comparative reviews, Now hear this: Web Phones!, 1996, <http://www.cnet.com/Conetn/reviews/Compare/Webphone/ss03.html>

7 Infoworld, Internet shopper, Internet telephones, 1996, <http://I-shop.iworld.com/WebTalk.html>

8 ITIC, FAQs:How Do I Use the Internet as a Telephone, 1996, [http://itel.mit.edu/voice\\_faq.html](http://itel.mit.edu/voice_faq.html)

9 MindSHARE Corporation, Latency Round Trip Performance, 1996, <http://www.directimage.com/itchart.htm>

10 Vocaltec, Vocaltec Telephony Gateway White Paper, 1996, 10 s., <http://www.vocaltec.com/gateway.htm>

11 Micom, V/IP Gateway Technical Information, 1996, 1-3 s., <http://www.micom.com/product/viptech.html>

12 Micom, Micom V/IP Phone/Fax IP Gateway, 1996, 1-2 s., <http://www.micom.com/press/vipcompare.html>

13 Micom, V/IP Adds MICOM's Voice To Your IP Network, 1996, 1-3 s., <http://www.micom.com/press/VIPintro.html>